

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-239216  
 (43)Date of publication of application : 11.09.1998

---

(51)Int.CI. G01M 13/00  
 G01N 3/34

---

(21)Application number : 09-045013 (71)Applicant : HITACHI METALS LTD  
 (22)Date of filing : 28.02.1997 (72)Inventor : IMAIZUMI MAKOTO

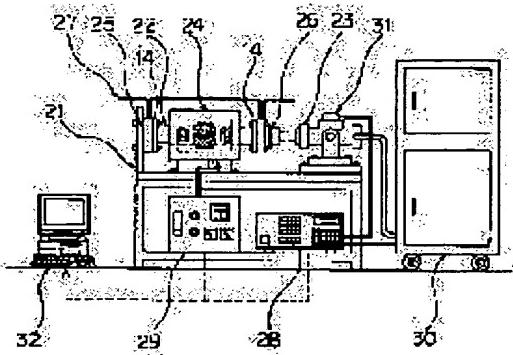
---

## (54) HIGH-TEMPERATURE FATIGUE TESTING APPARATUS FOR METAL FLEXIBLE TUBE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a high-temperature fatigue testing apparatus by which the durability of a metal flexible tube always used under a severe condition can be evaluated by a method wherein a high-temperature fatigue test is made by using an excitation means and a heating means.

**SOLUTION:** After a test piece 22 has been heated to a prescribed temperature, an excitation means 23 sets a traction-compression repetitive load, a repetitive displacement load or a repetitive frequency, and it performs an excitation operation by an electric-hydraulic servomechanism. In addition, a heating means 24 sets a prescribed temperature condition which is matched to the actual usage condition of a metal flexible tube, and the heating state of the test piece 22 is monitored by a computer 32 for measurement. In addition, during a high-temperature fatigue test, a load, a displacement and the number of times of repetitions are always monitored by the computer 32 for measurement. When an abnormality is generated in the test piece 22, the high-temperature fatigue test is stopped immediately, and various data during the high-temperature fatigue test are fetched, stored and computed.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

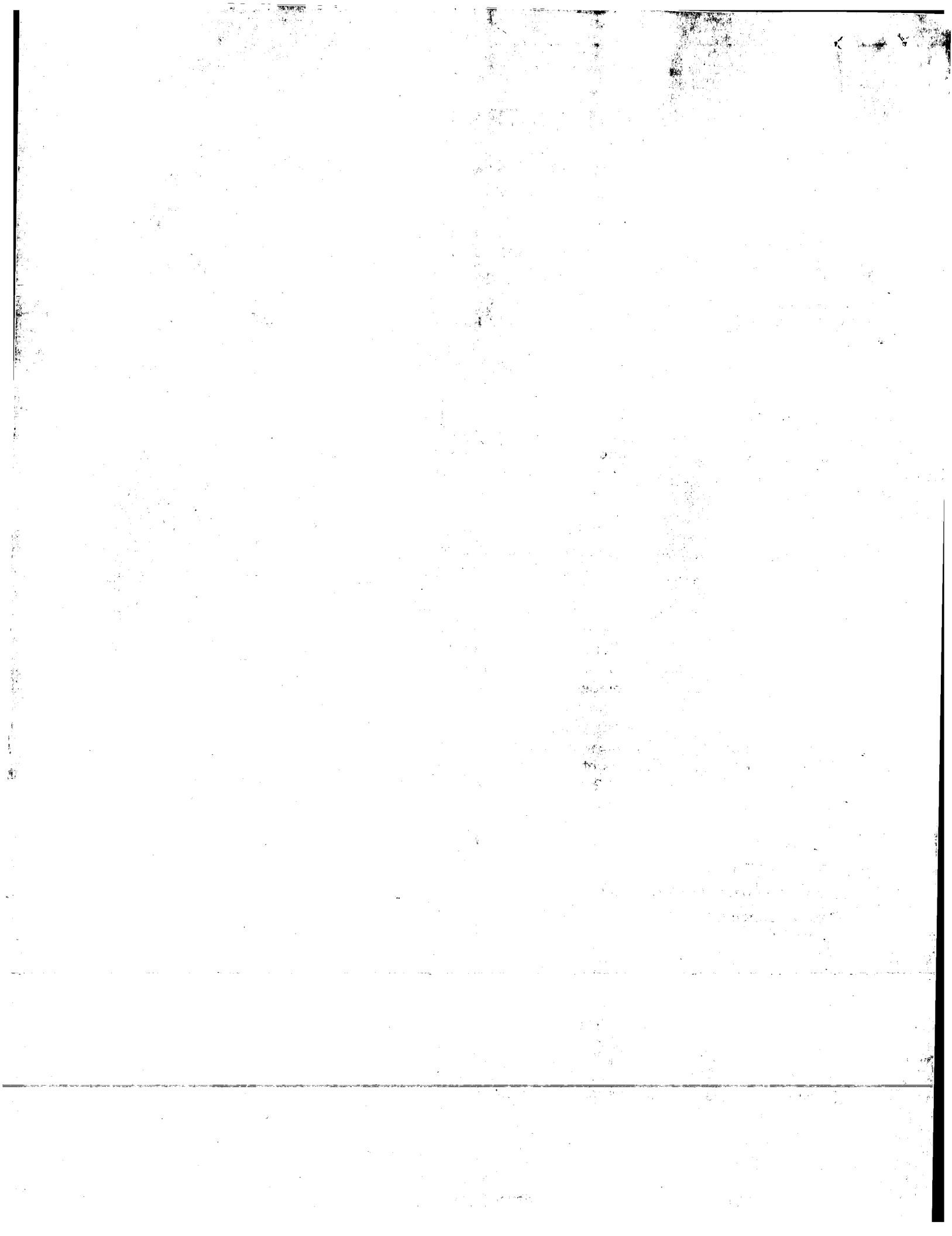
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-239216

(43)公開日 平成10年(1998)9月11日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 1 M 13/00  
G 0 1 N 3/34

識別記号

F I

G 0 1 M 13/00  
G 0 1 N 3/34

A

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平9-45013

(22)出願日 平成9年(1997)2月28日

(71)出願人 000005083

日立金属株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目1番2号

(72)発明者 今泉 誠

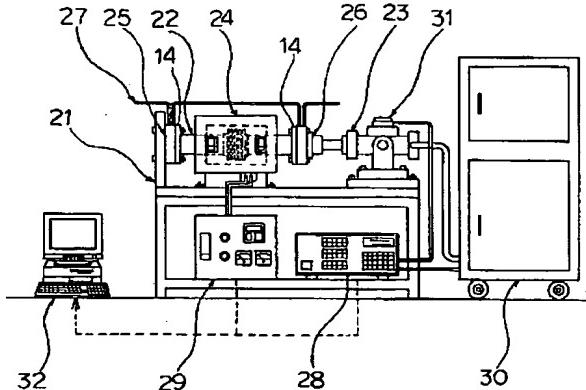
栃木県真岡市鬼怒ヶ丘11番地 日立金属株式会社素材研究所内

(54)【発明の名称】 金属製可撓管の高温疲労試験装置

(57)【要約】

【課題】 高温の排気ガス、エンジン自体の振動、走行時の路面からの振動など、常時過酷な条件で使用される金属製可撓管の耐久性を評価する高温疲労試験装置を得る。

【解決手段】 金属製可撓管に引張と圧縮の繰り返し荷重または繰り返し変位を与える加振手段と、前記金属製可撓管の少なくとも一部を加熱する加熱手段とを有する。そして、加振手段が、電気-油圧式サーボ機構を有し、加熱手段が、電熱炉によるか、燃焼ガスにより、金属製可撓管が分割型の排気マニホールドに用いるものである。



**【特許請求の範囲】**

**【請求項1】** 金属製可撓管に引張と圧縮の繰り返し荷重または繰り返し変位を与える加振手段と、前記金属製可撓管の少なくとも一部を加熱する加熱手段とを有することを特徴とする金属製可撓管の高温疲労試験装置。

**【請求項2】** 前記加振手段が、電気-油圧式サーボ機構を有することを特徴とする請求項1記載の金属製可撓管の高温疲労試験装置。

**【請求項3】** 前記加熱手段が、電熱炉によるることを特徴とする請求項1に記載の金属製可撓管の高温疲労試験装置。

**【請求項4】** 前記加熱手段が、燃焼ガスによるることを特徴とする請求項1に記載の金属製可撓管の高温疲労試験装置。

**【請求項5】** 前記金属製可撓管が分割型の排気マニホールドに用いるものであることを特徴とする請求項1乃至請求項4何れか1項に記載の金属製可撓管の高温疲労試験装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

**【発明の属する技術分野】** 本発明は金属製可撓管の高温疲労試験装置に関し、例えば自動車エンジン用の分割型の排気マニホールドに用いる金属製可撓管の高温疲労を試験する評価装置に関する。

**【0002】**

**【従来の技術】** 大型トラックなどの多気筒エンジンでの長尺な排気マニホールドにおいては、エンジンの運転・停止の繰り返しにより熱変形や熱亀裂が起こるのを防止するため、2分割または3分割の構造とした分割型の排気マニホールドとすることがある。このような分割型の排気マニホールドにおいては、加熱・冷却に伴なう熱膨張・熱収縮に対応できるように分割部が伸縮自在にされている。

**【0003】** 例えば、特開平5-86855号公報には、図7に示すように、一方のマニホールド部材71の環状突出端部72の内面73と他方のマニホールド部材75の環状突出端部76の内面77の内側にインナパイプ78が挿入されて連結部を構成し、双方のマニホールド部材71、75の外面に、内側に屈曲した筒部81a、81bを両側に有する蛇腹部82からなるフレキシブル管80が装着され、連結部を密封した構造の分割型排気マニホールドを開示している。このフレキシブル管80の筒部81a、81bの外周には当て金84a、84bを装着し、フレキシブル管80と当て金84a、84bをマニホールド部材71、75の外面に一体に溶接し、溶接部86a、86bにより連結部が密封されて排気ガスの洩れが防止されると共に、フレキシブル管80が当て金84a、84bの角部に当たって傷つくのも防止されるとしている。

**【0004】** 上記のように、大型トラックなどの多気筒

エンジンでの長尺な排気マニホールドにおいては、2分割または3分割として連結した分割型排気マニホールドとして、加熱・冷却に伴なう熱膨張・熱収縮に対応できるよう分割部を伸縮自在に、かつ連結部をフレキシブル管で密封する構造として、排気ガスの外部への洩れを防止しようとしている。

**【0005】** フレキシブル管としての金属製可撓管は、一般に室温での伸縮性と同時に気密性が要求される部位に用いられ、通常、薄肉の引き抜き管をロールによって圧延し、その後コルゲート形状に加工して形成される。金属製可撓管における気密性、耐共振性、耐伸縮性を改善するものとして、特開昭49-72165号公報には、可撓管の製造にあたり、型ロールにより帯状素材の長手方向両縁部をそれぞれ逆向きに折り曲げると共に、中央部が縦方向に連続せる突出部を有する形状に連続的に成形し、次に、前記折り曲げ端縁部相互管を係合しつつ捲回し、圧着して谷部を形成する可撓管の製造方法、さらに谷部における接合部底面に耐熱性封止部材を間装、圧着して気密に形成する可撓管の開示がある。

**【0006】** このような金属製可撓管を分割型排気マニホールドへ適用する場合、金属製可撓管が高温の排気ガス、エンジン自体の振動、走行時の路面からの振動など、常時過酷な条件で使用されるので、金属製可撓管には高温疲労に対する耐久性が要求される。

**【0007】**

**【発明が解決しようとする課題】** しかしながら、従来の高温下での金属材料の耐久性評価を目的とした高温疲労試験用装置は、高々直径10mm程度の丸棒試験片に対して回転曲げ疲労試験を行う程度であり、金属製可撓管のように大型な部品について高温、振動を受ける条件下的耐久性評価試験装置は開発されていなかった。従つて、本発明の課題は、高温の排気ガス、エンジン自体の振動、走行時の路面からの振動など、常時過酷な条件で使用される金属製可撓管の耐久性を評価する高温疲労試験装置を得ることにある。

**【0008】**

**【課題を解決するための手段】** 上記課題を解決するため、本発明の金属製可撓管の高温疲労試験装置は、金属製可撓管に引張と圧縮の繰り返し荷重または繰り返し変位を与える加振手段と、前記金属製可撓管の少なくとも一部を加熱する加熱手段とを有することを特徴とする。

**【0009】** そして、加振手段が、電気-油圧式サーボ機構を有することを特徴とする。また、加熱手段が、電熱炉によるか、燃焼ガスによることを特徴とする。そして、金属製可撓管が分割型の排気マニホールドに用いるものであることを特徴とする。

**【0010】**

**【発明の実施の形態】** 以下、本発明の実施の形態を、図1の金属製可撓管の高温疲労試験装置の全体構成正面図、図2は図1での金属製可撓管の試験片と加熱炉を拡

大して示す図、図3の金属製可撓管の試験片に基づき詳細に説明する。金属製可撓管の高温疲労試験装置は、金属製可撓管を模して構成した試験片22と、試験片22の両端14、14を保持し、引張ー圧縮の繰り返し荷重または繰り返し変位を与える加振手段23と、試験片22の全体または一部を加熱保持する加熱手段24からなる。

【0011】またそのほかに、加振手段23の振動と加熱手段24の高温に耐えられる架台部21、試験片22を架台部21と加振手段23に固定し、加熱手段24の高熱が架台部21と加振手段23に伝わることを防ぐ水冷継手25、26、加振手段23の制御装置28、加熱部手段24の制御装置29、油圧供給装置30、高温熱疲労試験中の各データを取り込み、記憶、演算する計測用コンピュータ32等によって構成される。

【0012】試験片22に引張ー圧縮の繰り返し荷重を与える加振手段23は、試験片22を所定の温度に加熱した後、容易に引張ー圧縮の繰り返し荷重、繰り返し変位または繰り返し周波数を設定し電気ー油圧式サーボ機構で加振を行うようにしている。

【0013】また加熱手段24は、試験片22外周に加熱ヒーターを環状に配した電気炉からなり、実際の金属製可撓管の使用条件に合わせ200°C~800°C間で所定の温度条件を設定でき、かつ計測用コンピュータ32で試験片22の加熱状況を監視できるようにしている。ここで加熱手段23は、図4に示すように試験片22内部に導入管24i、排出管24jで燃焼ガスを導入・排出する構造とすることもできる。なお、図4で図3と同じ要素は同符号で示す。

【0014】また、高温疲労試験中は、計測用コンピュータ32により、荷重、変位、繰り返し回数を常時監視し、試験片22に異常が発生したときには、直ちに高温疲労試験を停止できるようにしている。

【0015】試験片22は、その両端14、14を水冷継手25、26を介して架台21にボルト、ナットで固定されており、また、試験片22の表面には高温疲労試験中の試験片22の温度を制御するために、測温用熱電対24hをスポット溶接により取り付けている。加熱手段24の上部24aは、試験片22の上にかぶせた後、固定金具24gで上部24aと下部24bを固定している。

【0016】次に、金属製可撓管の高温疲労試験装置により試験した結果を説明する。図3に示す試験片22は、フレキシブル管を有する分割型排気マニホールドを模したもので、全長が240mmで、連通路10の内径は

55mmとしている。左方のマニホールド部材2、および右方のマニホールド部材3はそれぞれ高Si球状黒鉛鉄材により形成し、左方のマニホールド部材2の環状突出端部12（長さ34mm）の内面12aを66mm（寸法公差：+0.030mm~0mm）に機械加工し、またマニホールド部材3の環状突出端部13（長さ34mm）の外面13aを65mm（寸法公差：-0.030mm~-0.060mm）に機械加工した。さらに、マニホールド部材2、3の外面12a、13b上の段部26、28を80mm（寸法公差：+0mm~-0.3mm）の外径となるように機械加工している。

【0017】また、滑動部材15は、ステンレス磨鋼（JIS SUS430）により、外径66mm（寸法公差：-0.030~-0.060mm）、内径65mm（寸法公差：+0.030~0mm）に形成し、マニホールド部材2の環状突出端部12の内面12aに装着している。マニホールド部材2、3の長手方向の熱膨張による干渉を防止するために、端面間隔は4mmとしている。

【0018】フレキシブル管5は、厚さ0.6mmのステンレスチール製磨鋼（JIS SUS403）により、内径80.4mm（寸法公差：+0~-0.3mm）、外径100mmの蛇腹状となるように加工して、5山（図3では簡略のため3山で示す）の蛇腹部4とすると共に、蛇腹部4の両側を軸方向に屈曲して筒部24a、24bとしている。また、環状の当て金9は、厚さ0.6mmのステンレス磨鋼（JIS SUS403）を内径81.6mm（寸法公差：+0.3~-+0.5mm）、幅7mmのバンド状に加工している。

【0019】試験片22の組立は、マニホールド部材2、3、フレキシブル管5および当て金9を同軸的に配置し、マニホールド部材3を移動させて行っている。この際、フレキシブル管5の筒部24a、24bをマニホールド部材2、3の外面上の段部26、28に当接させた後、当て金9を装着している。この状態でマニホールド部材2、3にフレキシブル管20の筒部24a、24bおよび当て金30を連続的に隙間なく溶接している。

【0020】一方、比較のために、当て金9を装着しない試験片22、滑動部材15を装着しない試験片22も同時に作製した。

【0021】上記構造を有する試験片22を図1に示す高温疲労試験装置により、240時間加熱して試験を行った。その結果を表1に示す。

### 【0022】

#### 【表1】

試験片No	マニホールド部材	当て金	滑動部材	振幅 (mm)	周波数 (Hz)	加熱温度 (°C)	結果	
							なし	なし
1	3%	なし	なし	±1	10	500	OK	
2	3%	あり	なし	±1	10	500	OK	
3	4%	なし	なし	±1	10	500	NG	

4	4%	あり	なし	±1	10	500	OK
5	3%	あり	なし	±1	10	700	NG
6	3%	なし	なし	±1	1/2	700	NG
7	3%	あり	あり	±1	10	700	OK
8	3%	あり	あり	±1	1/2	700	OK

【0023】表1で、マニホールド部材(Si量)は高Si球状黒鉛鉄材でのSi量を3%または4%と変化させたものであり、加熱温度700°Cでは、より高出力のエンジンに分割型排気マニホールドを使用したことを想定して試験したものである。マニホールド部材のSi以外の組成は、C: 3.25%, Mn: 0.38%, Cr: 0.03%, Mg: 0.04%, Mo: 0.55%である。試験片No.1、2のSi量3%の試験片、および試験片No.4のSi量4%の試験片は、全て金9の有無、滑動部材15の有無にかかわらずマニホールド部材12、13、フレキシブル管5とも亀裂は発生せず、この条件での高温疲労を確保していることがわかった。

【0024】試験片No.4のSi量4%の試験片は、フレキシブル管5の蛇腹部4から筒部4a、4bに屈曲するところで亀裂が発生し、この条件での高温疲労が不足していることがわかった。

【0025】試験片No.5、6の滑動部材15を装着しない試験片は、加熱温度を700°Cとすると、左方のマニホールド部材2の環状突出端部12の内面12aと、右方のマニホールド部材3の環状突出端部13の外側13aとが固着しており、試験片全体が4mm伸長し、加熱・冷却に伴なう熱膨張・熱収縮に対応できないことがわかった。

【0026】試験片No.7、8の当て金9および滑動部材15を装着した試験片は、加熱温度を700°Cとしても、マニホールド部材12、13、フレキシブル管5とも亀裂は発生せず、また、内面12aと外側13aとの固着もなく、加熱・冷却に伴なう熱膨張・熱収縮に対応しており、この条件での高温疲労を確保していることがわかった。

【0027】以上のとおり、金属製可撓部管の高温疲労試験装置により、金属製可撓管および分割型排気マニホールドについて、材質、形状、当て金の有無、滑動部材の有無の違いによる高温疲労を試験することができる。

【0028】次に、表1でのNo.7、8と同じ構成で図5、図6に示す分割型排気マニホールドを作製し、実車に搭載して試験を行った。図5は分割型マニホールドの全体を示す側面図であり、図6はその平面図である。この分割型排気マニホールド1は、直列6気筒の過給機付き大型貨物自動車用ディーゼルエンジンに使用するものである。分割型排気マニホールド1は、複数のマニホールド部材2、3と、隣接するマニホールド部材間の連結部5とを有する。各マニホールド部材2、3はエンジンの各気筒に連通する排気ガス吸入口7を有し、各吸入口7が連通する連通路10は左右に分離していて、それぞれ排気口11

に連通している。吸入口7の周囲にはフランジ8が形成され、各フランジ8にはネジ孔8aが形成されている。

【0029】実車に搭載しての試験は、2000rpm×全負荷での300時間連続耐久テストと、さらに、2000rpm×全負荷で5分、500rpm×無負荷(アイドリング)を5分間の1サイクル10分間の冷熱サイクルテストを1800回(300時間)としてを行い、分割型排気マニホールド1のマニホールド部材2、3が固着するか否か、同時にフレキシブル管22のに亀裂が発生するか調査した。その結果、マニホールド部材2、3の内面に酸化腐食が生じても連結部5での固着は起こらず、フレキシブル管にも亀裂は発生していなかった。

#### 【0030】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の金属製可撓管の高温疲労試験装置は、金属製可撓管に引張と圧縮の繰り返し荷重または繰り返し変位を与える加振手段と、前記金属製可撓管の少なくとも一部を加熱する加熱手段とを有し、加振手段に電気-油圧式サーボ機構を有し、加熱手段を電熱炉または燃焼ガスとし、金属製可撓管が分割型の排気マニホールドに用いることもできるので、以下に示す効果を奏する。

(1) 金属製可撓管を有する分割型排気マニホールドを想定した試験片により、分割型排気マニホールドを実車装着前に、材質、形状、当て金の有無、滑動部材の有無の違いによる高温疲労を試験することができ、分割型排気マニホールドやそのほかの部品について最適な設計を行うことができる。

(2) 最適設計した金属製可撓管を有する分割型排気マニホールドを、大型トラックなどの多気筒エンジンに装着することで、分割部で加熱・冷却に伴なう熱膨張・熱収縮を伸縮自在に吸収し、かつ連結部をフレキシブル管が密封して排気ガスの外部への洩れを防止できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態である金属製可撓管の高温疲労試験装置の全体構成正面図である。

【図2】図1での金属製可撓管の試験片と加熱炉を拡大して示す図である。

【図3】金属製可撓管の試験片を示す図である。

【図4】燃焼ガスを導入・排出する加熱手段を示す図である。

【図5】分割型マニホールドの全体を示す側面図である。

【図6】分割型マニホールドの全体を示す平面図である。

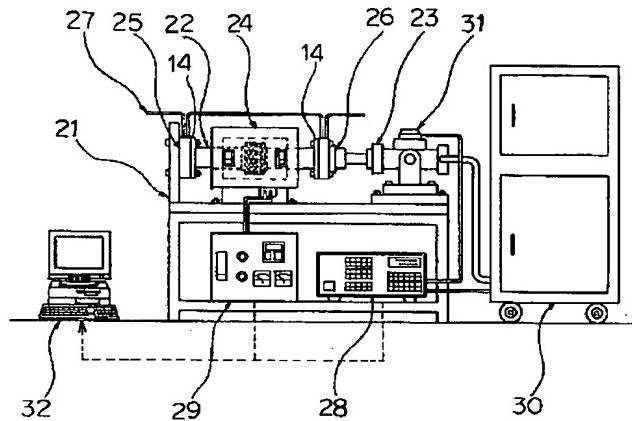
【図7】特開平5-86855号公報で開示する分割型排気マニホールドの接続部である。

#### 【符号の説明】

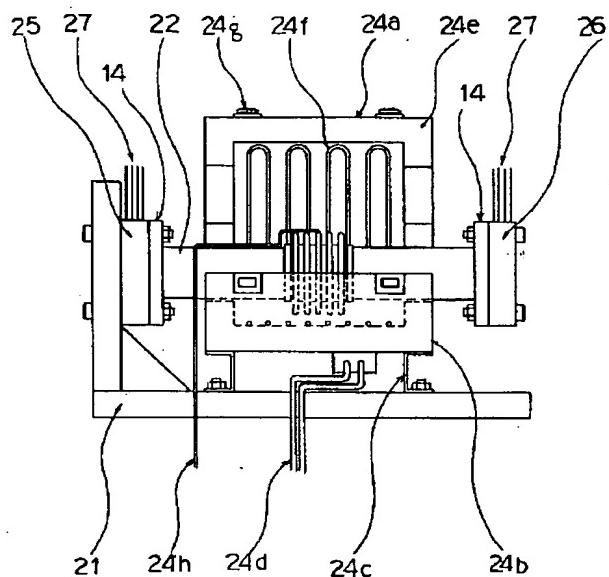
1 : 分割型排気マニホールド、 2, 3 : マニホールド部材、 5 : フレキシブル管、 6 : 溶接部、  
 7 : 吸入口、 8 : フランジ、 11 : 排出口、 12, 13 : 環状突出端部、 1  
 5 : 滑動部材、 9 : 当て金、 21 : 架台部、  
 22 : 金属製可撓管、 23 : 加振手段、  
 24 : 加熱手段、 24a : 加熱炉上部、  
 部、 24b : 加熱炉下部、 24c : 架

台、 24d : 電力ケーブル、 24e : 断熱材、 24f : 電熱線、 24g : 炉体固定金具、  
 24h : 測温用熱電対、 24i : 燃焼ガス給気管、 24j : 燃焼ガス排気管、 25, 26 : 水冷継手、  
 制御装置、 27 : 水冷配管、 28 : 加振手段、 29 : 加熱手段制御装置、 30 :  
 油圧供給装置、 31 : 電気-油圧式サー  
 ボ弁、 32 : 計測用コンピュータ。

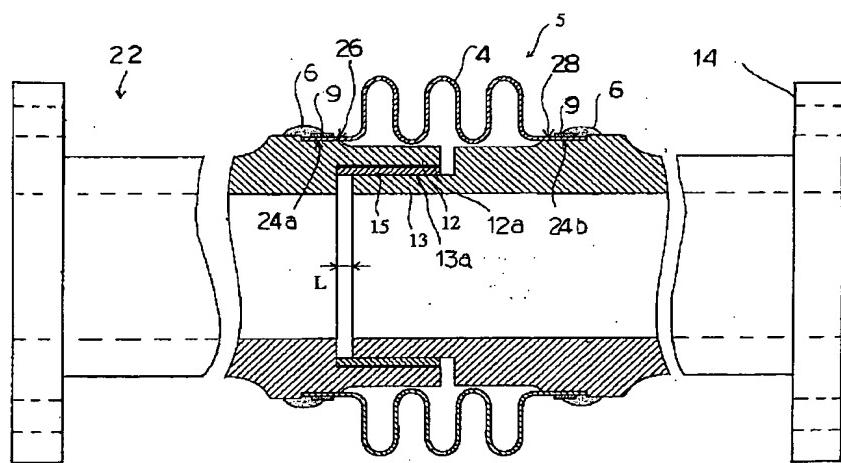
【図1】



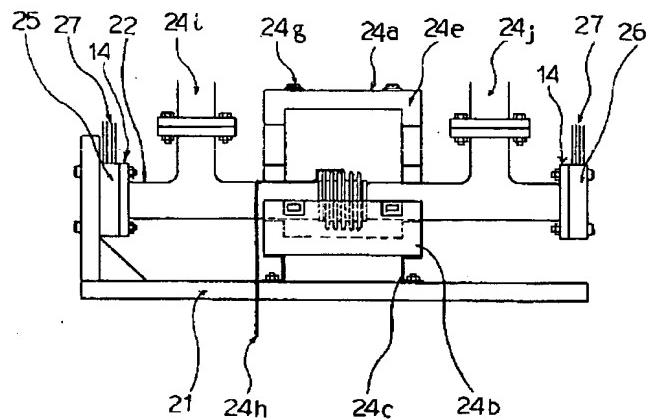
【図2】



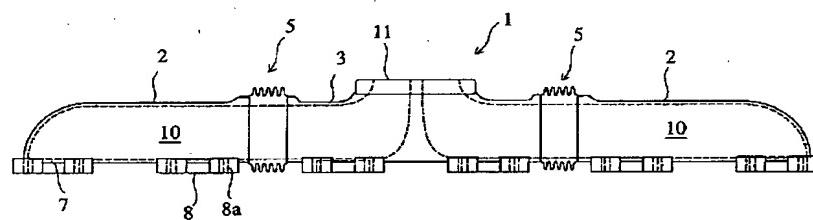
【図3】



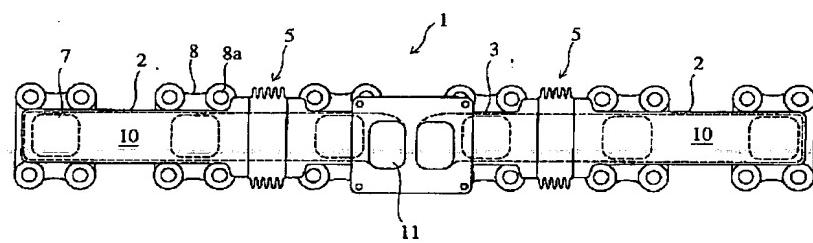
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

